

Enseñanza y Aprendizaje del Pensamiento Computacional y la Programación en los distintos Niveles Educativos

Ana Casali^{1,2}, Claudia Deco^{1,3}, Pamela Viale^{1,3}, Cristina Bender^{1,3},
Dante Zanarini^{1,2}, Natalia Monjelat⁴

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura,
Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Argentina.
{acasali, dante, deco, bender}@fceia.unr.edu.ar

² Centro Internacional Franco Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas
(CIFASIS: CONICET-UNR)

³ Facultad de Química e Ingeniería del Rosario,
Universidad Católica Argentina, Campus Rosario, Argentina.
{cdeco, cbender}@uca.edu.ar

⁴ Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE: CONICET-UNR)
monjelat@irice-conicet.gov.ar

Resumen

En este trabajo se presenta una línea de investigación orientada al desarrollo de estrategias y dispositivos para la enseñanza y aprendizaje del Pensamiento Computacional y la Programación en los distintos niveles educativos. Estas estrategias coinciden en combinar un enfoque desconectado (unplugged) con actividades que implican el uso de computadoras y otros dispositivos. Por un lado, se presenta el diseño y la implementación de una Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación, destinada a docentes de nivel primario de Santa Fe (Argentina). Por otro lado, se describen experiencias exitosas llevadas a cabo en Medellín (Colombia) a nivel primario y secundario. Finalmente, y en relación con el nivel universitario, se presentan experiencias desarrolladas en los cursos iniciales de carreras de ingeniería en la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, UCA (Argentina).

Palabras clave: Pensamiento Computacional, Programación, Carreras de Ingenierías, Formación Docente, Educación Primaria.

Contexto

Esta línea de I+D se está llevando a cabo en un grupo interdisciplinario a través de varios proyectos que comparten algunos de sus miembros docentes e investigadores, conformando una red de colaboración:

- PID-UNR 80020180300062UR “Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias de la Computación en el Nivel Primario” Directora A. Casali (2019-2022).

- PID-UCA “Pensamiento Computacional Aplicado a Educación” Directora C. Deco (2019-2022).

- Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario. Coordinadora A. Casali, Convenio Fundación Sadosky, UNR y Ministerio de Educación Pcia. Santa Fe (2016-2019).

- Proyecto de Investigación Científica y Tecnológico (PICT) N° 1530: “Aprender a programar en primaria: Hacia la construcción de Tecnologías para la inclusión social”, N. Monjelat (2017-2019).

Introducción

En las últimas décadas ha adquirido gran importancia en el campo educativo internacional, la relevancia de introducir la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias de la Computación (CC) en todos los niveles del currículum escolar. Una visión de la preparación para el siglo XXI, supone que los alumnos superen el enfoque instrumental de las TIC y comprendan cómo funcionan las computadoras y cómo procesan la información. Asimismo se enfatiza el aprendizaje para la formulación de problemas y expresar su solución de forma que un computador o un humano pueda ejecutarla. Este modo de pensar propio de las CC fue nombrado como Pensamiento Computacional (PC). Wing [1] plantea que el aprendizaje del PC beneficia no sólo a los futuros informáticos, sino a toda la sociedad y por lo tanto, su enseñanza debería estar presente en todos los niveles educativos. Esto contempla el desarrollo de las habilidades vinculadas al PC, la apropiación de conceptos de programación y de la tecnología involucrada.

Por otra parte, se presenta el problema de tener pocos estudiantes en las carreras vinculadas a las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, usualmente denominadas STEM, y el problema de la alta deserción en los estudiantes universitarios de estas carreras que ocurre en muchos países latinoamericanos

Por esto, las universidades deben buscar diferentes estrategias para que el alumnado pueda motivarse y visualizar un futuro mejor a través de lo que les puede brindar ésta y el programa de formación al cual pertenece; por ejemplo, estrategias para desarrollar las destrezas del PC en los estudiantes. Una de estas alternativas consiste en clubes académicos y en semilleros de investigación. Pero en la mayoría de los casos estas iniciativas llegan demasiado tarde a los estudiantes,

por lo que muchas universidades y secretarías de educación han planteado estas estrategias no sólo para los más grandes, sino también para los niños que hasta ahora están en el proceso de desarrollo de su parte lógica.

En el contexto europeo es posible relevar diferentes estudios donde se analizan procesos y situaciones vinculadas a la enseñanza de las CC, la programación y el PC [2,3], mientras que en el contexto latinoamericano se observan iniciativas aisladas, siendo aún necesario implementar políticas públicas al respecto [1].

En nuestro país, el Consejo Federal de Educación señaló al aprendizaje de la programación de importancia estratégica para el Sistema Educativo Nacional durante la escolaridad obligatoria (Res. CFE N° 263/15, 2015) y en setiembre de 2018 se aprobaron los “Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica” (NAP EDPR) para los diferentes niveles de la educación obligatoria (Res. CFE N° 343/18, 2018). En el Anexo II de la citada resolución se establece un plazo de dos años para la adecuación curricular y la formación docente en esta dirección. En este sentido, es posible señalar que desde el marco institucional existen dos aspectos clave e interrelacionados que condicionan la introducción de nociones de las CC en el sistema educativo argentino. Por un lado, la necesidad de modificar los planes de estudio para incluir estos contenidos y por otro, la implementación de propuestas de formación docente que atiendan al aprendizaje y enseñanza del PC y la programación. En particular, en el contexto de la provincia de Santa Fe, es posible observar que la formación y capacitación docente se ha enfocado en un primer nivel de apropiación instrumental de TICs en la práctica educativa [8].

Teniendo en cuenta esta realidad, se consideró importante llevar adelante una

primera Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación, atendiendo a las particularidades del contexto

Por otro lado, en la actualidad existen muchas instituciones, públicas y privadas, preocupadas por las múltiples dificultades que tienen los estudiantes universitarios al enfrentarse con materias como física, matemática, programación, entre otras. Para esto, en Colombia se han propuesto diferentes estrategias a nivel universitario como ser semilleros y clubes académicos, y también a nivel de educación básica secundaria con propuestas de la Secretaría de Educación y de empresas privadas. Algunas de las propuestas son Innobótica, Ingenieríaⁿ e Interchange. Estas propuestas promueven el aprendizaje significativo en varias áreas STEM del conocimiento. En [4] se presenta una propuesta para la Institución Universitaria Pascual Bravo, que propone crear un club enfocado en los más niños, hacia el aprendizaje de software específico para el logro del PC.

Por otra parte, para introducir conocimientos sobre el PC en los primeros años de las carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, se propuso el proyecto actual en UCA. Enseñar las bases de las CC a los alumnos del primer año de las carreras de ingeniería industrial, ingeniería ambiental, licenciatura en química y licenciatura en tecnología de los alimentos de la Facultad de Química e Ingeniería del Rosario (UCA) resulta de fundamental interés, ya que, si bien no son conocimientos específicos de estas especialidades, el proceso de pensamiento involucrado es similar al que necesitan estos profesionales para resolver los problemas inherentes a sus profesiones.

Líneas de Investigación y Desarrollo

Formación Docente de Nivel Primario en Didáctica de las Ciencias de la Computación

A partir de un Convenio suscrito entre la Fundación Sadosky, la Universidad Nacional de Rosario y el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe se diseñó la “Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario” (Res. ME N° 1565/17). La primera cohorte se dictó en el Instituto Superior de Formación Docente N° 36 "Mariano Moreno" de la ciudad de Rosario entre agosto de 2017 y setiembre de 2019, con una carga horaria total de 400 hs, con el 80% presencial. Esta formación tiene por objetivo formar docentes capaces de experimentar y reflexionar críticamente acerca de los procesos de desarrollo del PC y la programación, a los fines de construir las competencias adecuadas al nivel primario que posibiliten una práctica educativa innovadora con énfasis en la resolución de problemas mediante la producción colaborativa e interdisciplinaria de Tecnologías para la Inclusión Social [3, 5]. Dado que se ha probado que el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje a través de actividades “unplugged” o desconectadas, resulta efectivo para desarrollar habilidades cognitivas del PC [2, 6], este postítulo combina los enfoques unplugged y plugged en sus diferentes módulos. La Especialización se organizó en cuatro semestres dictando tres módulos en formato de taller en cada uno, en los que se articulan los contenidos de manera espiralada. Los ejes de los mismos son: el PC, la programación y conceptos tecnológicos. Se incluyeron también proyectos integradores, con el fin de que faciliten a los maestros llevar al aula estos aprendizajes [7, 8].

Enseñanza del PC en el Nivel Secundario

Respecto al nivel primario y secundario, se están analizando algunos juegos para el logro de PC y sus principales características. Estos fueron separados en dos grandes grupos: juegos básicos de lógica y juegos enfocados al aprendizaje de la programación de sistemas informáticos. Dentro de los juegos de lógica, se pueden mencionar dos tipos de juegos: aquellos que pueden ser abordados dentro de un aula convencional (deducir valores, mover fósforos, operaciones matemáticas regresivas, sudoku, etc.) y aquellos donde es necesario el uso de un computador (Candy Crush Saga, Tetris, etc.). Entre los juegos enfocados al aprendizaje de la programación algunos de los programas en análisis son Scratch, RoboMind y Js Robot, entre otros.

Experiencias del desarrollo del PC en Carreras de Ingeniería

Este proyecto, que se desarrolla en el ámbito universitario, comenzó concentrándose en las materias Informática e Informática General que se dictan en el primer año de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Ambiental, Licenciatura en Química y Licenciatura en Tecnología de los Alimentos. Se desarrolló material específico para estas materias haciendo hincapié en aquellos conocimientos relacionados al PC, como ser: abstracción, descomposición de problemas en subproblemas, reconocimiento de patrones y algoritmos. Se continuará con la elaboración y mejora de este material durante los próximos meses.

Antes de comenzar el último cuatrimestre, en agosto de 2019, se evaluó a los alumnos sobre PC utilizando un test propuesto inicialmente por el equipo de Marcos Román-González, con el objetivo de recabar información acerca de los conocimientos previos sobre las CC con los

cuales los alumnos llegan a la Universidad. Al finalizar dicho cuatrimestre, en diciembre de 2019, los alumnos volvieron a responder el test.

Resultados

Se ha diseñado e implementado una formación superior para docentes del nivel primario en CC, la primera en la provincia de Santa Fe y una de las tres primeras en el país, ya que se encuentran en curso formaciones similares en Río Cuarto, Córdoba y en Tandil, Buenos Aires. Los resultados son sumamente alentadores, tanto desde la apropiación de los maestros de los conocimientos de CC, como desde su percepción de estar capacitados para implementar estos contenidos en el aula de forma inclusiva. Resultados preliminares de las opiniones docentes en cuanto a la didáctica y contenidos de distintos módulos son altamente positivos y pueden verse en [8]. A partir de la información recogida en un focus group, realizado al final del cursado los siguientes conceptos surgen como relevantes: *“las herramientas que brinda el postítulo para pensar en las prácticas docentes desde otro ángulo”, “las actividades desenchufadas, que brindan la posibilidad de trabajar sin la computadora”, “la formación en pensamiento computacional” y “el software pilas bloques, se destaca como una herramienta adecuada para los alumnos”*. Las observaciones realizadas en instancias áulicas del Proyecto Final, también han sido evaluadas positivamente. Destacamos además, que en este proceso se ha conformado un equipo docente interdisciplinario y competente en la formación docente en CC para el nivel primario. Lo cual hará posible replicar y expandir esta experiencia en la provincia. Se espera que la presente especialización se constituya como una propuesta de referencia para el

campo de la enseñanza de CC en Argentina, cuyo carácter innovador posibilite un trayecto transformador de las currículas y prácticas docentes actuales.

Con respecto al PC en el nivel inicial y secundario, en Colombia se lleva adelante una propuesta para el desarrollo de PC para niños de 5 años y más. En particular, la propuesta Programando Robots que se desarrolló en 2017 en el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo donde se observó que el uso de robótica educativa en la adquisición de competencias y desarrollo de PC, permitió observar en los alumnos grandes conocimientos en la parte eléctrica y electrónica, así como en la parte mecánica y de programación, lo cual se evidenció en el lenguaje utilizado y el desarrollo propio del proyecto [4, 9].

Con respecto a la incorporación del PC en el primer año de carreras de ingeniería, se están analizando las diferencias entre las respuestas al test de Marcos Román-González, pre y post cursos de Informática e Informática General. Esta comparación nos brindará valiosa información acerca de la aprehensión de los conocimientos sobre el PC por parte de los alumnos y dará una pauta sobre la calidad del material desarrollado. Se trabajará sobre los contenidos de los apuntes de estas cátedras, considerando estos resultados.

Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está integrado por las doctoras Ana Casali, Claudia Deco, Natalia Monjelat, Pamela Viale, la magister Cristina Bender y los licenciados Dante Zanarini y Martín Ceresa. Dentro del marco de esta línea de I+D se desarrollan actualmente un doctorado en Informática (Lic. Ceresa), un doctorado en Ciencias de la Educación (Ing. Maritza García Angarita) y una maestría en Educación (Lic. Sebastián Velazquez).

Cabe destacar que la formación que se

lleva a cabo de docentes del Depto. de Ciencias de la Computación en la enseñanza de la disciplina a docentes de nivel primario y secundario, es un trabajo interdisciplinario con especialistas de las ciencias de la educación.

Referencias

- [1] Wing, J. Computational Thinking Benefits Society. *Social Issues in Computing*. 2014.
- [2] Brackmann C., Román-González M., Moreno-León J., Robles G., Casali A. and Barone D. Computational Thinking Unplugged: Teaching and Student Evaluation in Primary Schools. In *WIPSCE Nijmegen, The Netherlands, ACM*. November, 2017.
- [3] Monjelat N. & San Martín P. Programar con Scratch en contextos educativos: ¿Asimilar directrices o co-construir Tecnologías para la Inclusión Social? *Praxis Educativa*, 20(1), 61–71. 2016.
- [4] García M., Deco C., Bender C., Collazos C. Invited paper: Robotics Based Strategies to Support Computational Thinking: The Case of the Pascual Bravo Industrial Technical Institute. *Journal JCS&T*, 17(1), 59-67. 2017.
- [5] Monjelat, N. "Programming Technologies for Social Inclusion," En *LACLO*, 2017. La Plata, Argentina. 2017.
- [6] Bell, Witten & Fellows. *CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students*. 2015.
- [7] Casali A., Zanarini D., Monjelat N. & San Martín P. Teaching and Learning Computer Science for Primary School Teachers: an Argentine Experience, *LACLO 2018*, San Pablo, Brasil, *IEEE Xplore*. 2018.
- [8] Casali A., Zanarini D., Monjelat N. & San Martín P. Formación docente en Ciencias de la Computación: experiencias de la primera Especialización para el nivel Primario de la Provincia de Santa Fe, *VIII WIE-CACIC 2019*, Río Cuarto, Argentina, *RedUnci*. 2019.
- [9] García M., Deco C., Bender C., Collazos C. Herramientas de Diseño para el Desarrollo de Competencias en Educación Básica, Media y Tecnológica: Experiencia en el Instituto Técnico Industrial Pascual Bravo de Colombia. *Revista TE&ET*, Argentina. 2017.